



DEUTSCHES  
PATENTAMT

21 Aktenzeichen: 195 48 759.1  
22 Anmeldetag: 23. 12. 95  
43 Offenlegungstag: 26. 6. 97

71 Anmelder:  
Continental Aktiengesellschaft, 30165 Hannover, DE

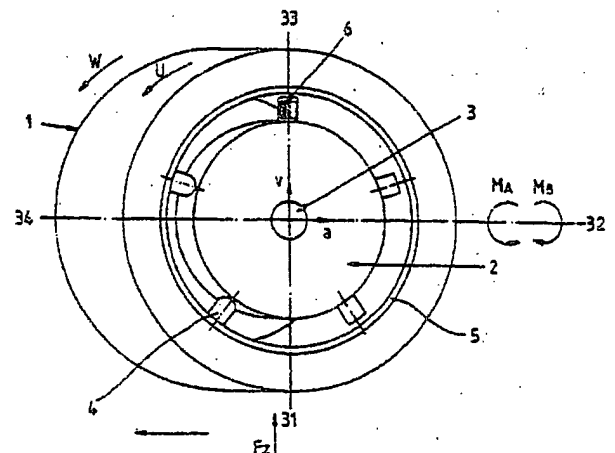
72 Erfinder:  
Knopp, Roland, 30519 Hannover, DE; Becherer,  
Thomas, Dr., 30171 Hannover, DE

56 Entgegenhaltungen:  
DE 41 33 418 C2  
DE 37 15 472 A1

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Einrichtung und Verfahren zum Messen und zum Ermitteln von Radlast, Beschleunigungskraft und von der Geschwindigkeit eines Fahrzeugs

- 57 Einrichtung zum Messen und zum Ermitteln von Radlast, von Beschleunigungskraft und von der Geschwindigkeit eines Fahrzeugs
- mit einem für diese Messungen gemeinsamen Sensor, insbesondere einem Dehnungsmeßstreifen, der an einem radialen Verbindungssteg zwischen Reifen und Achse eines Fahrzeugrads, insbesondere diesem vor- bzw. nachgeordnet, zur Messung von Zug-/Druckspannungen des Verbindungssteges befestigt ist,
  - mit Mitteln zum Übertragen der bei der Umdrehung des Fahrzeugrads gemessenen Werte für Zug- und Druckspannungen des Verbindungssteges an Mittel zur Auswertung.



Die Erfindung betrifft eine Einrichtung sowie ein Verfahren zum Messen und zum Ermitteln von Radlast, von Beschleunigungskraft und von der Drehgeschwindigkeit eines Fahrzeugrads sowie ein Fahrzeugrad mit Reifen und mit radialen Verbindungsstegen zwischen Reifen und Radachse und ein Fahrzeug mit Rädern zum Antrieb des Fahrzeugs, die zwischen Reifen und Radachse im wesentlichen radiale Verbindungsstege aufweisen. Für unterschiedliche, bekannte Steuerungsvorgänge des Fahrzeugs sowie zur Information für den Fahrer sind Informationen über die Drehgeschwindigkeit eines Fahrzeugrades, auf das Fahrzeugrad wirkende Beschleunigungskräfte und über die das Fahrzeugrad wirkende Radlast gewünscht, teilweise sogar erforderlich. Wenn überhaupt, dann wurden Beschleunigungskräfte, Radlast und Drehgeschwindigkeit separat mit unterschiedlichen Meßeinrichtungen aufwendig ermittelt.

Aus der DE 41 33 418 C2 ist ein sehr aufwendiger Mechanismus bekannt, bei der mehrere Dehnungsmeßstreifen an radialen Meßstegen zwischen Felge und Radachse und zusätzlich an achsparallelen Stehbolzen gekreuzt angeordnet sind. Dabei wird mit Hilfe der Dehnungsmeßstreifen am radialen Meßsteg die Bremskraft und durch aufwendige Überlagerung mit den Meßergebnissen der gekreuzten Dehnungsmeßstreifen am achsparallelen Stehbolzen die Radlast ermittelt. Die Drehzahl wird separat über eine Stator-Drehzahlgeberinrichtung ermittelt. Zur Ermittlung von Bremskraft, Radlast und Drehgeschwindigkeit sind hierbei eine Vielzahl von Einzelelementen erforderlich mit aufwendiger Verschaltung und Auswertung der durch die Vielzahl von Sensoren ermittelten Ergebnisse. Innerhalb des Felgenreings ist der gewaltige bauliche Aufwand für radiale Meßstege, achsparallele Stehbolzen, Anschraubflansch, Drehlagengeber, Lagerung mit einer ungewünscht hohen Gewichtserhöhung des Fahrzeugrades verbunden. Die hohe rotierende Masse erhöht die Störungsgefahr im Rundlauf des Fahrzeugrads. Vibrationen des Fahrzeugrads, Belastungen der Achse, erhöhter ungleichförmiger Abrieb des Reifens und zusätzliche Geräuscherzeugung können auftreten. Die zusätzliche Masse wirkt sich außerdem negativ auf den Energieverbrauch des Fahrzeugs aus.

Der gesamte Komplex der Meßeinrichtung mit axialen Stehbolzen, radialen Meßstegen und Drehlagengeber erfordern darüber hinaus die Bereitstellung einer hohen Raumkapazität in axialer Erweiterung der eigentlichen Felge. Die Ausbildung eines solchen komplexen baulichen axialen Anhangs an die Felge zur Fahrzeugaußenseite hin, ist für Versuchszwecke denkbar. Die Straßentauglichkeit ist eher fraglich.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Ermittlung von Radlast, Beschleunigungskräften und der Drehgeschwindigkeit eines Fahrzeugrades mit einfacheren Mitteln zu ermöglichen.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch die Ausbildung einer Einrichtung und durch ein Verfahren zum Messen und zum Ermitteln von Radlast, von Beschleunigungskraft und von der Drehgeschwindigkeit eines Fahrzeugrades gemäß den Merkmalen von Anspruch 1 und 3 gelöst. Außerdem wird die Aufgabe durch die Ausbildung eines Fahrzeugrades mit Reifen und mit radialen Verbindungsstegen zwischen Reifen und Radachse des Fahrzeugrades gemäß den Merkmalen von Anspruch 5 und durch die Ausbildung eines Fahrzeugs mit

Rädern zum Antrieb des Fahrzeugs, die zwischen Reifen und Radachse im wesentlichen radiale Verbindungsstege aufweisen, gemäß den Merkmalen von Anspruch 6 gelöst. Außerdem wird die Erfindung durch die Verwendung eines Dehnungsmeßstreifens gemäß den Merkmalen von Anspruch 7 gelöst.

Mit Hilfe eines gemeinsamen Sensors, insbesondere einem Dehnungsmeßstreifen, der einem radialen Verbindungssteg zwischen Reifen und Achse eines Fahrzeugrads vor- bzw. nachgeschaltet zur Messung von in dem Verbindungssteg erzeugten Zug-/Druckspannungen an diesem befestigt ist, ist es möglich, die Biegebelastung des Verbindungssteges während der Umdrehung eines Fahrzeugrades zu messen. Die bei der Umdrehung des Fahrzeugrades gemessenen Werte werden mit Mitteln zum Übertragen an Mittel zur Auswertung übertragen. Aus der durch den gemeinsamen Sensor ermittelten Belastungskurve für Zug-/Druckbelastungen des Verbindungssteges während der Umdrehung eines Fahrzeugrades wird mit Hilfe der Mittel zur Auswertung die Radlast, die Beschleunigungskraft und die Drehgeschwindigkeit des Fahrzeugrades ermittelt. Dabei wird die bei der Umdrehung eines Fahrzeugrades auf den radialen Verbindungssteg sinusförmig wirkende und von dem gemeinsamen Sensor ermittelte Belastungskurve mit bekannten mathematischen Verfahren zur Kurvenanalyse in Amplitude, Frequenz und Niveau der Null-Linie analysiert. Die ermittelten Amplituden werden als Maß für die Radlast, die ermittelte Frequenz als Maß für die Drehgeschwindigkeit des Rades und das Niveau der Null-Linie als Maß für die wirkende Beschleunigungskraft ermittelt. Abspeicherung der ermittelten Werte, Weiterleitung zur Steuerung oder zur Anzeige ist möglich. Auf diese Weise wird mit einfachen Sensoren an lediglich einem radialen Steg zwischen Felge und Achse des Fahrzeugrades lediglich der Biegebelastungsverlauf des Steges ermittelt und aus diesem durch den gemeinsamen Sensor ermittelten Belastungsverlauf Radlast, Beschleunigungskraft und Drehgeschwindigkeit des Fahrzeugrades ermittelt. Der bauliche Aufwand und die dadurch bedingte rotatorische Masse des Fahrzeugrades zum Messen und zur Ermittlung von Radlast, Beschleunigungskraft und von Drehgeschwindigkeit eines Fahrzeugrades werden minimiert. Die Datenübertragung kann aufgrund der Minimierung der Verschiedenartigkeit von Sensortypen vereinfacht werden. Die Reduzierung auf nur einen gemeinsamen Sensor zur Ermittlung von Radlast, Beschleunigungskraft und der Drehgeschwindigkeit eines Fahrzeugrades vereinfacht die Datenübertragung zusätzlich. Auch der Aufwand zur Auswertung der Daten kann aufgrund der Reduzierung der gemessenen Größen vereinfacht werden. Aufgrund der baulichen Vereinfachung, durch die der Felgenreum kaum beansprucht wird, ist auch eine straßentaugliche Messung gegeben. Besonders einfach ist die Ermittlung von Radlast, von Beschleunigungskraft und von der Geschwindigkeit mit Hilfe eines Dehnungsmeßstreifens als gemeinsamem Sensor. Die Messung wird kostengünstig, einfach, platzsparend und zuverlässig.

Bevorzugt ist die Messung mit Hilfe eines Sensors bestehend aus zwei Dehnungsmeßstreifen, von denen je einer in Umfangsrichtung des Fahrzeugrades dem radialen Verbindungssteg vorbzw. nachgeordnet ist, von denen je einer die Dehnung bzw. Stauchung an der in Drehrichtung des Fahrzeugrades weisenden Oberfläche und der andere an der in Gegendrehrichtung weisenden Oberfläche des Verbindungssteges die Dehnung bzw. die

Stauchung mißt, wobei die beiden Dehnungsmeßstreifen beispielsweise durch eine elektrische Brücke, so verschaltet sind, daß nur Biegebelastungen des Verbindungsstegs ermittelt werden. Dies ist dadurch möglich, daß die Signale der Dehnungsmeßstreifen sich bei reiner Zug-/Druckbelastung aufheben und bei reiner Biegebelastung addieren. Der durch diesen gemeinsamen Sensor ermittelte Belastungsverlauf ist besonders genau und in einfacher Weise frei von der Messung störenden, auf das Fahrzeugrad wirkenden Querkraften.

Bevorzugt erfolgt die Messung an wenigstens zwei radialen Stegen, wobei an jedem dieser beiden radialen Stege jeweils ein Sensor zur gemeinsamen Ermittlung von Radlast, Beschleunigungskraft und Drehgeschwindigkeit des Fahrzeugrades angeordnet ist. Aus den für die beiden Verbindungsstege ermittelten Belastungsverläufen werden jeweils die Amplitude, die Frequenz und das Niveau der Null-Linie ermittelt. Die für die beiden Sensoren ermittelten Werte werden gemittelt und aus den gemittelten Werten werden Radlast, Drehgeschwindigkeit des Fahrzeugrades und Beschleunigungskraft ermittelt. Hierdurch werden ebenfalls in einfacher Weise die Meßergebnisse verbessert.

Die Erfindung wird im folgenden anhand der in den Fig. 1 bis 6 näher erläutert. Darin zeigen

Fig. 1 schematische Darstellung eines Fahrzeugrades mit Dehnungsmeßstreifen an radialen Verbindungsstege

Fig. 2 Darstellung der Lage eines Dehnungsmeßstreifens am Verbindungssteg von Fig. 1 gemäß Schnittdarstellung II-II von Fig. 1

Fig. 3 Brückenschaltung der Dehnungsmeßstreifen von Fig. 1

Fig. 4 schematische Darstellung der Datenübertragung

Fig. 5 qualitative Darstellung einer gemessenen Zug-/Druckbelastungskurve eines Verbindungsbolzens

Fig. 6 alternative Ausführung der Sensoranordnung.

Fig. 1 zeigt ein Fahrzeugrad bekannter Bauart in perspektivischer Darstellung mit auf einer Felge 5 montiertem Fahrzeugluftreifen 1. Die Felge 5 ist konzentrisch mit Hilfe von radial ausgerichteten, in Umfangsrichtung äquidistant angeordneten radialen Verbindungsstege 4 an einer Felgenschüssel 2 mit einer Achse 3 befestigt. In Fig. 1 ist mit dem Pfeil r die Radiale, mit dem Pfeil u die Umfangsrichtung und mit dem Pfeil a die Achsrichtung, die senkrecht zur Felgenschüssel angeordnet ist, dargestellt. An einem Verbindungssteg 4 ist eine Sensoreinrichtung 6 befestigt.

Wie in Fig. 2a dargestellt ist, besteht der Sensor 6 aus zwei Dehnungsmeßstreifen 7, 8. Die Dehnungsmeßstreifen 7, 8 sind dem Verbindungssteg 4 in Umfangsrichtung vor- und nachgeordnet in gleicher radialer Höhe mit Ausrichtung ihrer Meßdrähte parallel zur Achse des Verbindungsstegs 4 befestigt. Hierzu ist der Verbindungssteg sowohl an seiner in Umfangsrichtung als auch an seiner in Gegenumfangsrichtung ausgebildeten Oberfläche jeweils mit einer Ausnehmung 12 versehen, in der eine plane Fläche 11 ausgebildet ist. Die beiden planen Flächen 11 des Verbindungsstegs sind parallel zueinander und zur radialen Achse des radialen Stegs 4 ausgebildet. Die Dehnungsmeßstreifen 7 bzw. 8 sind auf diesen planen Flächen 11 befestigt. Die Dehnungsmeßstreifen 11 sind dabei mit Hilfe einer bekannten Brückenschaltung so verschaltet, daß die Signale der Dehnungsmeßstreifen sich bei reiner Zug-/Druckbelastung des Verbindungsstegs aufheben und bei reiner Biegebelastung des Verbindungsstegs 4 addieren. Zur Kom-

pensation von Temperatureinflüssen ist es denkbar, beispielsweise auf die Felgenschüsseloberfläche der Felgenschüssel 5 in unmittelbarer benachbarter Position zum Verbindungssteg 4 diesem in Umfangsrichtung vor- und nachgeordnet jeweils einen Kompensationsdehnungsmeßstreifen 9 bzw. 10 auszubilden.

In Fig. 3 ist beispielhaft eine derartige Brückenschaltung mit den Dehnungsmeßstreifen 7 und 8 und den beiden Kompensationsdehnungsmeßstreifen 9 und 10 schematisch dargestellt. Mit Bezugszeichen 21 ist die Versorgungsspannung, mit dem Bezugszeichen 20 die Ausgangsspannung und mit dem Bezugszeichen 19 ein Verstärkerelement dargestellt.

Wie in Fig. 4 schematisch dargestellt ist, erfolgt während der Umdrehung des Fahrzeugluftreifens die Messung der im Bereich der planen Flächen 11 des Verbindungsstegs 4 durch die Belastung des Fahrzeugluftreifens erzeugten Zug- und Druckspannungen mit Hilfe der Dehnungsmeßstreifen 7 und 8. Durch Superposition dieser ermittelten Spannungen mit Hilfe der Brückenschaltung liefert der Sensor 6 Meßwerte für die auftretende Biegebelastung des Verbindungsstegs in der radialen Position der Dehnungsmeßstreifen 7 bzw. 8 während der Umdrehung des Fahrzeugluftreifens. Die gemessenen Signale werden verstärkt durch einen Verstärker 19 bekannter Bauart über einen an der Felgenschüssel 5 befestigten Schleifring 23 und einen fahrzeugfesten Schleifkontakt 22 an eine Auswerteinrichtung 24 bekannter Art weitergeleitet. Diese kann beispielsweise ein Bordcomputer oder eine weitere Signalverarbeitungseinrichtung bekannter Art sein. Die Übertragung der Meßwerte kann alternativ berührungslos, beispielsweise induktiv oder über ein frequenzmoduliertes Signal erfolgen.

Der ermittelte Belastungsverlauf ist beispielhaft qualitativ in Fig. 5 dargestellt. Die Abszisse gibt die Zeit und die Ordinate die ermittelte Ausgangsspannung  $U_A$  an. Hierin ist in einem ersten Zeitabschnitt I der Belastungsverlauf während einer Radumdrehung im Zustand des reinen Rollens des Fahrzeugrads dargestellt. Dabei gibt der beginnende Nullpunkt 33 den ermittelten Wert in einer Umfangsposition 33 der maximalen Höhe des Verbindungsstegs 4 wieder, wie in Fig. 1 dargestellt ist. Beim Weiterdrehen des Fahrzeugrades mit konstanter Winkelgeschwindigkeit  $\omega$  in Umfangsrichtung steigt die gemessene Ausgangsspannung  $U_A$  bis zu einem Maximum an, das sie in der Umfangsposition 34, d. h. nach  $90^\circ$ , erreicht. Im Anschluß daran nimmt der Wert für die Ausgangsspannung wieder ab und erreicht nach  $180^\circ$ -Umdrehung in Punkt 31 wieder die Null-Linie und nach  $270^\circ$  in Position 32 ein Minimum um anschließend wieder anzusteigen. In Umfangsposition 33 liegt die ermittelte Ausgangsspannung wieder auf der Null-Linie. In Fig. 5 ist in einem Zeitabschnitt II eine Periode mit Beschleunigung und im Zeitabschnitt III eine Periode mit Abbremsung dargestellt. Wie zu erkennen ist, verschiebt sich die Null-Linie 27 in der Phase des Beschleunigens um ein Maß  $28'$  nach oben und in der Phase des Abbremsens um ein Maß  $28''$  von der Ausgangsnul-Linie nach unten. Diese Verschiebungen  $28'$  bzw.  $28''$  des Niveaus der Null-Linie stellt jeweils ein Maß für die Höhe des wirkenden Antriebsmoments bzw. für die Größe des wirkenden Bremsmoments dar. Die betragliche Summe  $25, 25', 25''$  zweier aufeinanderfolgender Amplituden innerhalb einer jeden Periode stellen jeweils ein Maß für die auf das Fahrzeugrad wirkende Radlast dar.

Mit bekannten mathematischen Methoden wird in

der Auswerteeinrichtung beispielsweise durch Diskretisierung zunächst die Phaselage bestimmt. Nach Ermittlung des Signalabstands der aufeinanderfolgenden Amplituden wird der Abstand gemittelt und das Niveau der Null-Linie gegenüber einer vordefinierten Basisnull-Linie bestimmt. Durch Ermittlung des zeitlichen Abstands zweier gleichgerichteter Amplituden wird die Phasenlänge und somit die Frequenz bestimmt. Die Frequenz stellt ein proportionales Maß für die Geschwindigkeit, der Betrag des Abstands der aufeinanderfolgenden Amplituden innerhalb einer Periode ein proportionales Maß für die auf das Fahrzeugrad ausgeübte Radlast und das Maß der Verschiebung 28 der Lage der Null-Linie von einer definierten Basisnull-Linie ein proportionales Maß, wenn positiv, für das Antriebsmoment bzw., wenn negativ, für das Bremsmoment dar. In der Auswerteeinrichtung werden dementsprechend aus dem Kurvenverlauf die Radlast, die Geschwindigkeit, das Antriebsmoment und das Bremsmoment berechnet und zur Weiterverarbeitung bereitgestellt. Es ist denkbar, die ermittelten Werte beispielsweise mit Hilfe eines Displays anzuzeigen oder der Bordelektronik zur Steuerung weiterzureichen.

Da die Biegebelastung innerhalb eines Verbindungsstegs aufgrund seiner festen Einspannung sowohl in Felge 5 als auch in Felgenschüssel 2, insbesondere im unmittelbaren radialen, an die Befestigungsstelle angrenzenden Bereich besonders groß ist, ist es sinnvoll, die Dehnungsmeßstreifen 7, 8 möglichst nah an der Felge bzw. an der Felgenschüssel anzuordnen.

Es ist auch denkbar, zur Verfeinerung der ermittelten Werte noch an wenigstens einem weiteren Verbindungssteg 4, der sinnvollerweise möglichst weit von dem ersten beabstandet ist, ebenfalls Dehnungsmeßstreifen 7' bzw. 8' in oben genannter Art zu befestigen, wobei die Dehnungsmeßstreifen 7, 8 bzw. 7', 8' untereinander so verschaltet werden, daß die ermittelten Biegebelastungen des ersten Verbindungsstegs mit den ermittelten Biegebelastungen des zweiten Verbindungssteges 4 gemittelt werden. Eine derartige Verschaltung ist in Fig. 3b schematisch dargestellt. Sinnvollerweise werden, wenn bereits Temperaturkompensatoren 9 und 10 zum ersten Schaltkreis ausgebildet sind, auch temperaturkompensierende Dehnungsmeßstreifen 9', 10' für den zweiten Schaltkreis in oben genannter Art ausgebildet.

Wie in Fig. 6 dargestellt ist, ist es auch denkbar, den Sensor 6 aus einem Dehnungsmeßstreifen 13 auszubilden, der seitlich in axialer Richtung des Fahrzeugrades am Verbindungssteg 4 befestigt ist und der in bekannter Weise mit Meßdrähten 14 bzw. 15 ausgebildet ist, die V-förmig symmetrisch zur Achse des Verbindungssteges 4 ausgerichtet sind, wobei auch diese bekannten Dehnungsmeßstreifen die im Bereich seiner Befestigungsfläche im Verbindungssteg wirkenden Zug- bzw. Druckspannungen aufgrund von Scherung in der Oberfläche mißt und durch geeignete Verschaltung die Biegebelastungen des Verbindungssteges in Umfangsrichtung ermittelt. Zur Temperaturkompensation ist es auch hier denkbar, beispielsweise auf der Umfangsfläche der Felgenschüssel kompensierende Dehnungsmeßstreifen auszubilden. Diese können ebenfalls entweder, wie im Ausführungsbeispiel von Fig. 2 dargestellt, zweiteilig oder wie in Fig. 6b dargestellt ist, aus einem einteiligen Dehnungsmeßstreifen 16 mit geeigneter, beispielsweise V-förmiger Anordnung der Meßdrähte ausgebildet sein.

Bei Verwendung eines V-förmigen Dehnungsmeßstreifens 13 ist es sinnvoll, diesen im Bereich der radialen

Mitte des Verbindungssteges 4 auszubilden, da hier die Scherung am größten ist.

#### Bezugszeichenliste

- 1 Luftreifen
- 2 Felgenschüssel
- 3 Achse
- 4 radialer Steg
- 5 Felge
- 6 Sensor
- 7 Dehnungsmeßstreifen
- 8 Dehnungsmeßstreifen
- 9 Kompensationsmeßstreifen
- 10 Kompensationsmeßstreifen
- 11 plane Fläche
- 12 Ausnehmung
- 13 Dehnungsmeßstreifen
- 14 Meßdrähte
- 15 Meßdrähte
- 16 Kompensationsdehnungsmeßstreifen
- 17
- 18
- 19 Verstärker
- 20 Ausgangsspannung
- 21 Versorgungsspannung
- 22 Schleifkontakt
- 23 Schleifring
- 24 Auswerteeinheit
- 25 Amplitudensumme
- 26 Radperiode
- 27 Nullniveau
- 28 Abweichungsmaß

#### Patentansprüche

1. Einrichtung zum Messen und zum Ermitteln von Radlast, von Beschleunigungskraft und von der Geschwindigkeit eines Fahrzeugs

— mit einem für diese Messungen gemeinsamen Sensor, insbesondere einem Dehnungsmeßstreifen, der an einem radialen Verbindungssteg zwischen Reifen und Achse eines Fahrzeugrades, insbesondere diesem vor- bzw. nachgeordnet, zur Messung von Zug-/Druckspannungen des Verbindungssteges befestigt ist,

— mit Mitteln zum Übertragen der bei der Umdrehung des Fahrzeugrades gemessenen Werte für Zug- und Druckspannungen des Verbindungsstegs an Mittel zur Auswertung.

2. Einrichtung zum Messen und Ermitteln von Radlast, Beschleunigungskraft und von Geschwindigkeit eines Fahrzeugrades gemäß den Merkmalen von Anspruch 1,

— bei dem an wenigstens zwei radialen Verbindungsstegen diesen vor- und/oder nachgeordnet je ein gemeinsamer Dehnungsmeßstreifen zur Messung der während der Umdrehung des Fahrzeugrades in dem Verbindungssteg erzeugten Zug-/Druckspannungen angeordnet ist, wobei zu jedem dieser Verbindungssteg Mittel zur Übertragung der gemessenen Werte an eine Auswerteeinrichtung ausgebildet sind,

— mit Mitteln zum Ermitteln der für diese Verbindungssteg ermittelten Amplituden, der ermittelten Frequenzen und des ermittelten Ni-

veaus der Null-Linien als Maß für die Radlast, für die Beschleunigungskraft bzw. für die Drehgeschwindigkeit.

3. Verfahren zum Messen und zum Ermitteln von Radlast, von Beschleunigungskraft und von der Drehgeschwindigkeit eines Fahrzeugrades,

– bei dem die erzeugten Zug-/Druckspannungen eines radialen Verbindungssteges zwischen Achse und Reifen des Fahrzeugrades während der Umdrehung des Fahrzeugrades mit einem gemeinsamen Sensor gemessen und an Mittel zur Auswertung weitergeleitet wird und

– bei dem die Radlast, die Beschleunigungskraft und die Drehgeschwindigkeit des Fahrzeugrades aus dem gemeinsam gemessenen, sinusförmigen Belastungsverlauf durch Bestimmung von Amplituden, Frequenz und Niveau der Null-Linie derart ermittelt werden, daß die Amplitude Maß für die Radlast, die Frequenz Maß für die Drehgeschwindigkeit des Rades und das Niveau der Null-Linie Maß für die Beschleunigungskraft ist.

4. Verfahren zum Messen und Ermitteln von Radlast, Beschleunigungskraft sowie von der Drehgeschwindigkeit eines Fahrzeugrades gemäß den Merkmalen von Anspruch 3,

– bei dem die Zug-/Druckspannungen von mindestens zwei radialen Verbindungsstegen zwischen Achse und Reifen des Fahrzeugrades während der Umdrehung des Rades mit jeweils einem Sensor gemessen wird,

– wobei die gemittelten Werte für Amplitude Maß für die Radlast, die für die Frequenz Maß für die Drehgeschwindigkeit des Rades und somit für die Geschwindigkeit des Fahrzeugs und die für das Niveau der Null-Linie Maß für die Beschleunigungskraft sind.

5. Fahrzeugrad mit Reifen und mit radialen Verbindungsstegen zwischen Reifen und Radachse des Fahrzeugrades,

– mit einem Sensor, insbesondere mit einem Dehnungsmeßstreifen, zur kontinuierlichen Messung von Zug- und Druckspannungen zumindest eines radialen Verbindungssteges, wobei der Sensor diesem insbesondere in Umfangsrichtung vor- oder nachgeordnet ist, insbesondere mit zwei Dehnungsmeßstreifen, von denen je einer dem Steg vor- bzw. nachgeordnet ist und die elektrisch so gekoppelt sind, daß sie einen gemeinsamen Sensor zur Ermittlung der Biegebelastung des Verbindungssteges bilden,

– mit Mitteln zum Ermitteln der beim Abrollen des Rades durch den Sensor gemessenen Amplituden, Frequenz und Niveau der Null-Linie des sinusförmigen Belastungsverlaufs als Maß für die Radlast, für die Rotationsgeschwindigkeit bzw. für die Beschleunigungskraft,

– mit Mitteln zur Übertragung der von dem Sensor gemessenen Zug-/Druckspannungen des Verbindungssteges an die Mittel zur Ermittlung von Amplitude, Frequenzen und des Niveaus der Null-Linie.

6. Fahrzeug mit Rädern zum Antrieb des Fahrzeugs, die zwischen Reifen und Radachse im wesentlichen radiale Verbindungsstege aufweisen,

– wobei wenigstens ein Verbindungssteg mit zumindest einem Sensor zur Ermittlung der Zug-/Druckspannungen während des Abrollens des Reifens bestückt ist,

– mit Mitteln zur Übertragung der gemessenen Werte an eine Auswerteeinrichtung, in der die Amplituden, die Frequenz und das Niveau der Null-Linie des durch den Sensor gemessenen Verlaufs der Zug-/Druckspannungen ermittelt und aus ihnen Radlast, Drehgeschwindigkeit des Rades bzw. Beschleunigungskraft ermittelt werden.

7. Verwendung eines Dehnungsmeßstreifens an einem radialen Verbindungssteg zwischen Reifen und Radachse eines Fahrzeugrades zur gemeinsamen Ermittlung von Radlast, Beschleunigungskraft und von Drehgeschwindigkeit des Rades aus dem durch diesen Dehnungsmeßstreifen gemessenen Verlauf der Zug-/Druckspannungen des Verbindungssteges während der Umdrehung des Rades.

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -



FIG. 2a

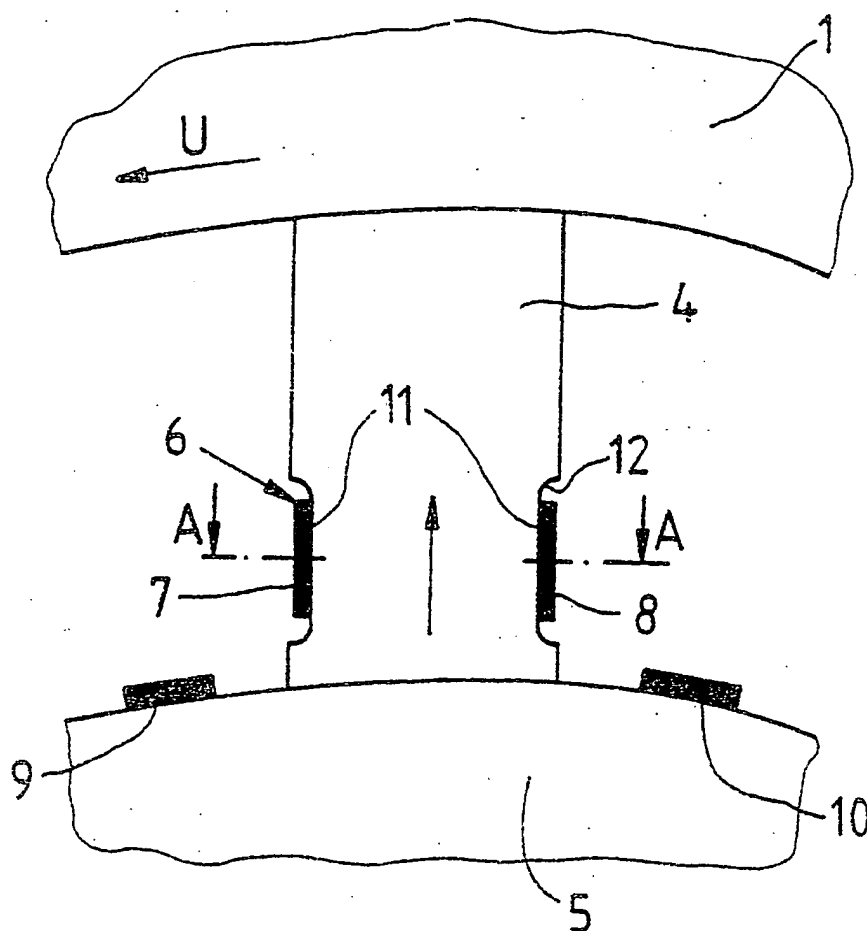


FIG. 2b

Schnitt A-A

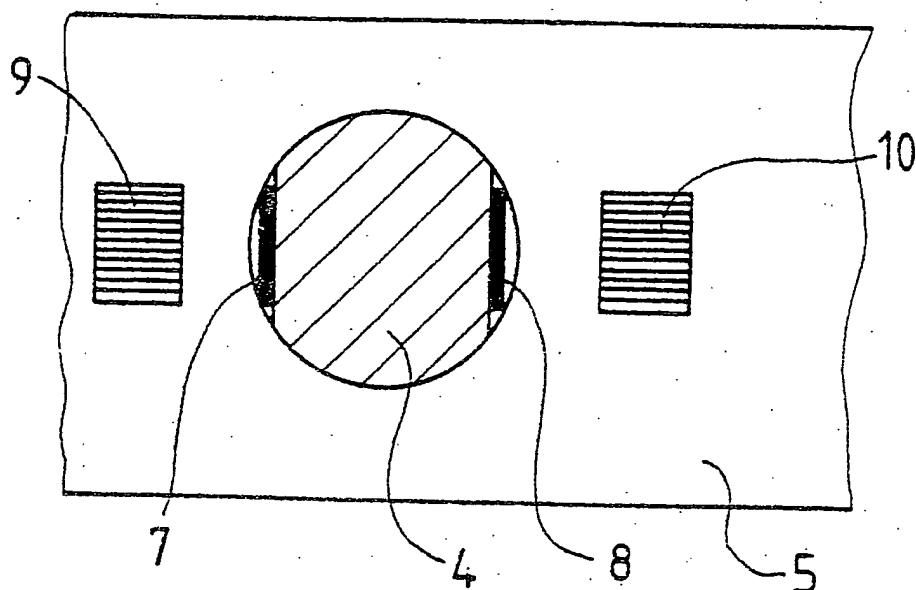




FIG. 3a

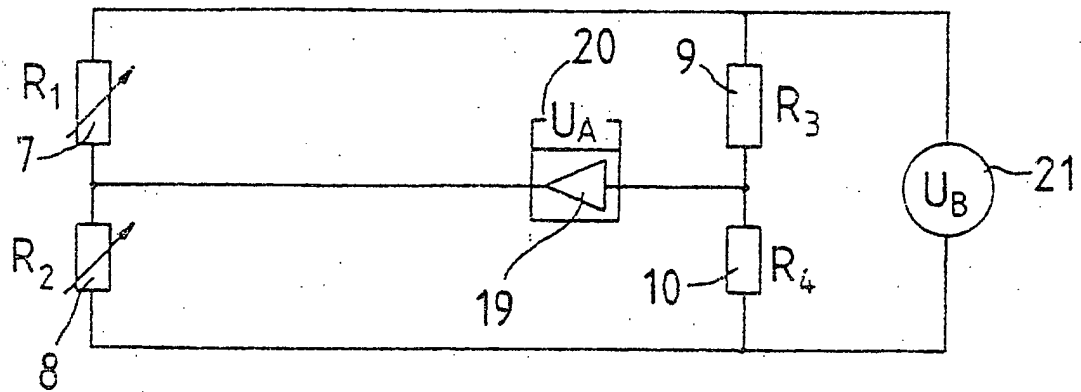


FIG. 3b

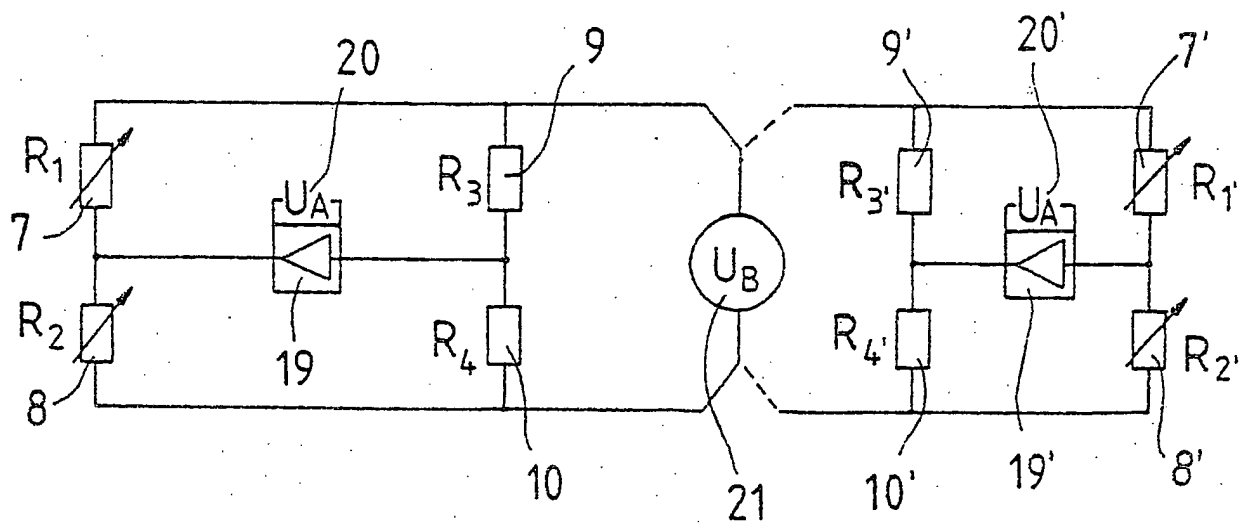


FIG. 4

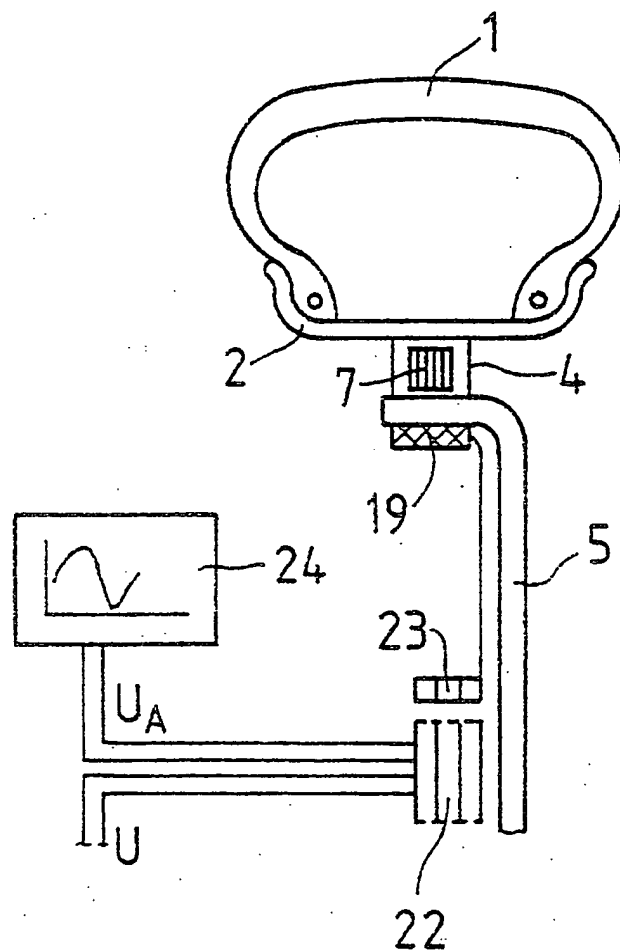


FIG. 5

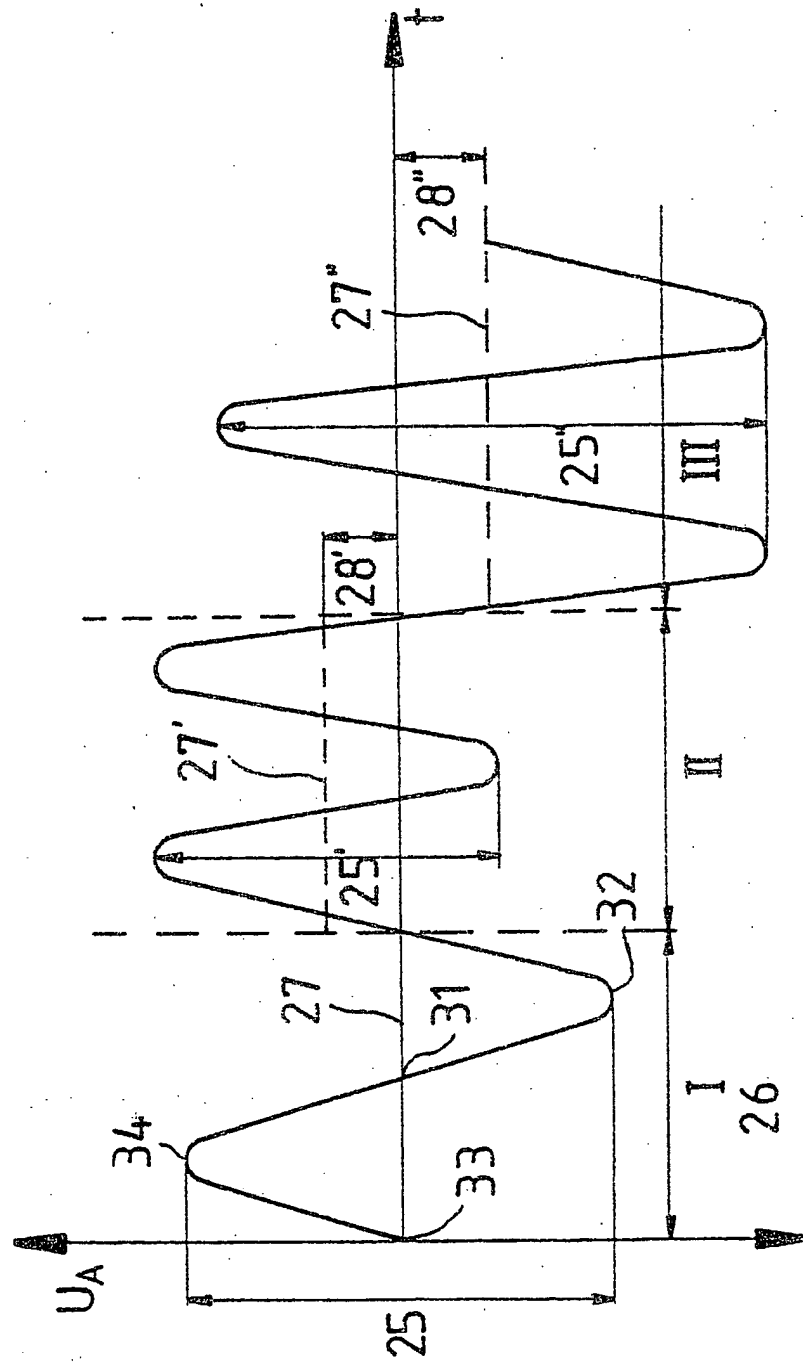


FIG. 6a

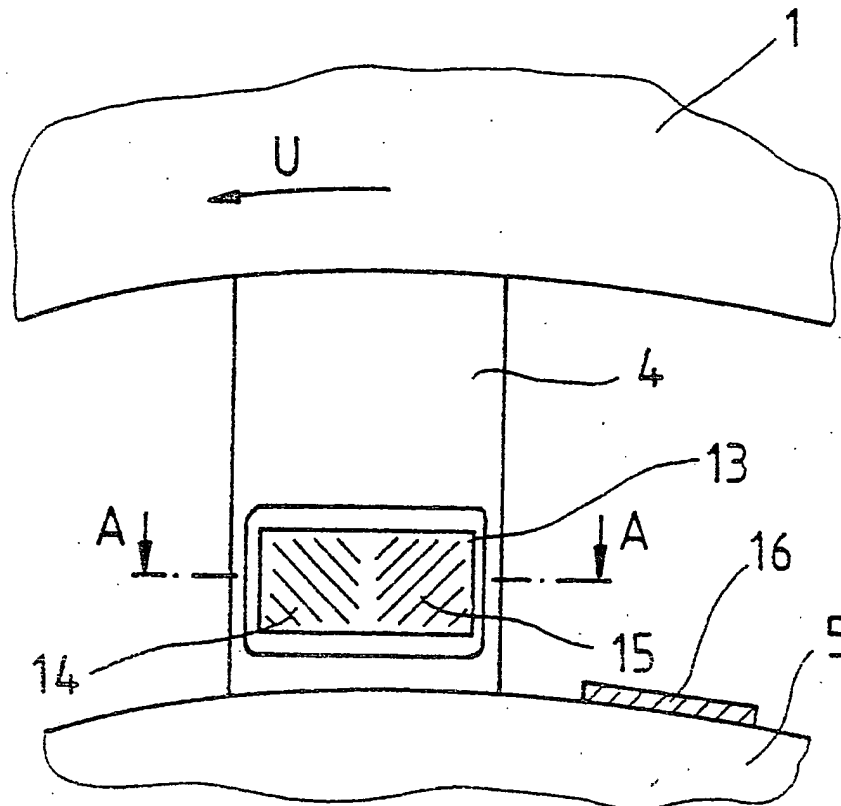
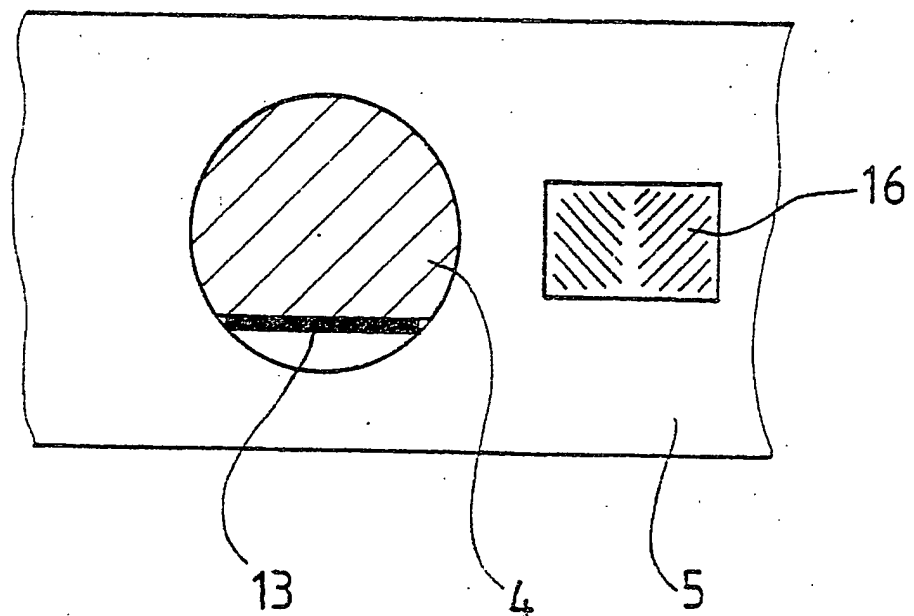


FIG. 6b



Schnitt A-A